(19) (11) Publication number: 03017839 A

Generated Document.

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 01150475

(22) Application date: 15.06.89

(51) Intl. Cl.: G11B 7/125

(30) Priority:

(43) Date of application publication: 25.01.91

(84) Designated contracting states:

(71) Applicant: CANON INC

(72) Inventor: HOSHI HIROAKI

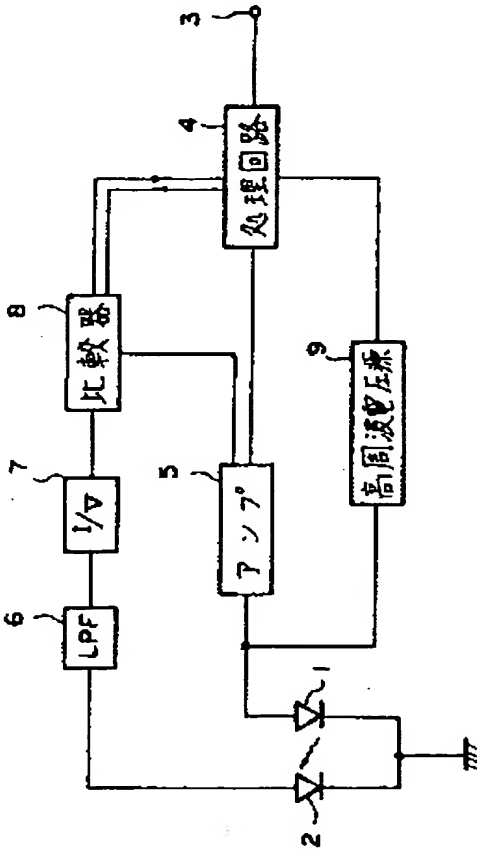
(74) Representative:

## (54) SEMICONDUCTOR LASER DRIVING METHOD

(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain plural optical output levels and to realize a low noise corresponding to the levels by controlling the amplitude of a high frequency current to be injected to a semiconductor laser independently from a bias current, and modulating amplitude or bias so as to obtain desired optical output by considering the current-output characteristic of the laser.

CONSTITUTION: The output of a photodiode 2 for monitoring is monitored by arranging at the rear side of the semiconductor laser 1 that is a light source, and a modulation signal level-modulated corresponding to information from an input terminal 3 is inputted to a processing circuit 4. At such a case, an output signal from the circuit 4 is outputted to an amplifier 5, a high frequency voltage source 9, and a comparator 8, and the output of the amplifier 5 is applied on the laser 1 via an inductance circuit not shown in figure, and also, the output of the voltage source 9 is applied on the laser 1 via a coupling capacitor not shown in figure, and the output current of the diode 2 is supplied to the comparator 8 via a current-voltage converter 7 after its high frequency component being cut off with a low-pass filter 6, then, is compared with a signal from the circuit 4. Thus, automatic power control can be performed.




COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

⑲日本国特許庁(JP)　⑪特許出願公開

⑫公開特許公報(A)　平3−17839

| ⑤1Int.Cl.⁵ | 識別記号 | 庁内整理番号 | ⑬公開　平成3年(1991)1月25日 |
|---|---|---|---|
| G 11 B 7/125 | | C 8947−5D | |
| | | A 8947−5D | |
| // H 01 S 3/103 | | 7377−5F | |

審査請求　未請求　請求項の数 1　(全7頁)

⑤4発明の名称　半導体レーザ駆動方法

⑳特　願　平1−150475
㉒出　願　平1(1989)6月15日

⑦2発明者　星　宏明　東京都大田区下丸子3丁目30番2号　キヤノン株式会社内
⑦1出願人　キヤノン株式会社　東京都大田区下丸子3丁目30番2号
⑦4代理人　弁理士　山下　穣平

明　細　書

1．発明の名称

半導体レーザ駆動方法

2．特許請求の範囲

光源としての半導体レーザの光出力を、情報に応じ変調すると共に該半導体レーザのしきい値をきるように、上記情報による変調周波数より十分に高い周波数で交流駆動するようにした半導体レーザ駆動装置において、該情報による光出力の変調を、該交流駆動の振幅の変調、またはこの振幅の変調とバイアスの変調との組合せによって行なうようにしたことを特徴とする半導体レーザ駆動方法。

3．発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は光源としての半導体レーザの光出力を、変調し情報記録再生装置などにおける記録、消去あるいは再生にまたは情報通信装置における伝送に対応させるようにした半導体レーザ駆動方法に関するものである。

(従来の技術)

従来、光ビデオディスクなどから、光学的に情報を再生する情報再生装置においては、半導体レーザを光源として用いる時、光ディスクからの戻り光によって、半導体レーザの出力光に戻り光によって誘起されるノイズが乗り、情報再生に支障があった。また、光通信などの技術分野においても、光学部品、例えば光ファイバーの端からの反射光が半導体レーザに戻り、その戻り光によってノイズが誘起される問題があった。

このようなノイズ発生に対する対策としては、従来から、特公昭59−9086号公報にも開示されているように、半導体レーザが多重縦モード発振するように直流電流バイアスに一定の高周波電流を重畳してノイズを低減することが提唱されている。更に、特開昭62−190888号公報では高周波電流の発振部をリングオッシレータとして、増幅部、半導体レーザなどをモノリシックに作成することも提唱されている。

(発明が解決しようとする課題)

確かに、特公昭59－9086号公報に示されるように、高周波電流が半導体レーザの発振しきい値を深くきるように、上記高周波電流振幅を設定し、高周波による変調度を大きくし、レーザをパルス発光させた時には十分なノイズ低減効果がある。

しかし、前記のような特公昭59－9086号および特開昭62－190888号公報所載の方式では、一定の高周波が供給されるので、周囲温度の変化により高周波の周波数、振幅が変動した時、十分なノイズ低減効果が得られなくなる。そこで、特開昭61－104342号公報所載のように、高周波の光パルスをモニタして、高周波発振回路における周波数、振幅を安定化させることが提案されている。

しかしながら、上述の先行技術では、いづれもレーザディスクプレーヤなど、専ら光学的情報を再生する装置を対象としており、再生のみであれば、レーザの平均出力が低く一定でよいから、高周波は一定でよいが、これが情報の記録、消去も行なう光メモリや光通信の分野では次のような問題がある。すなわち、このように記録、消去伝送を行なう場合には、レーザの出力光の変調時の消去比が大きいことが要求されるために高レベルの光パワーが必要である。ところが、前述の先行例では、レーザのバイアス値がほぼ一定であり、しかも、低くてよい場合であるから、雑音の低減に必要な高周波の変調度を得るための高周波電流の振幅は小さくてよいがその振幅では、高い光出力を得るための高バイアス時には必要とする変調度が得られず、ノイズ低減効果が不十分となる。そこで、逆に、高出力時に合わせた大きな高周波電流の振幅で、常時、高周波パルスの発光を行なうようにすると、低いバイアスで使用される再生時には、上記高周波電流の振幅の谷側ピークが半導体レーザを逆方向に駆動し、レーザの逆方向特性の最大定格を越え、レーザを劣化させるという問題を生起する。

このような事情から、実際には、特開昭62－119743号公報所載のように、低出力で駆動される再生の場合のみ、高周波をバイアスに重畳していて、高出力を駆動される記録及び消去の場合には高周波を加えず、情報の応じて変調した電流及び一定の直流電流のみで半導体レーザを励起している。このため、高いバイアスを加える記録や消去時の半導体レーザにおける信号対雑音比（S/N）は充分ではない。

（発明の目的）

本発明は上記事情にもとづいてなされたもので、光出力の変調をともなうところの、情報の記録、消去、伝送などを行なう場合においても、それぞれの複数の励起レベルに応じて、半導体レーザへの戻り光による誘起ノイズ、モードホッピングノイズなどを十分に低減することができ、安定で信頼性の高い半導体レーザ駆動方法を提供しようとするものである。

（課題を解決するための手段）

このため、本発明では、光源としての半導体レーザの光出力を、情報に応じ変調すると共に、該半導体レーザのしきい値をきるように、上記情報による変調周波数より十分に高い周波数で交流駆動するようにした半導体レーザ駆動方法において、該情報による光出力の変調を、該交流振幅の変調、またはこの振幅の変調とバイアスの変調との組合せによって行なうようにしている。

（作用）

したがって、情報の再生時と、記録、消去時との間で及び変調における複数レベルの間で高周波の振幅をかえることにより、高いS/N比を実現することが出来、しかも、半導体レーザ側に障害を与えることがないなどの機能が発揮される。

（実施例）

以下、本発明の一実施例を第１図および第２図を参照して具体的に説明する。図において、符号１は光源としての半導体レーザであり、その後方にはモニタ用フォトダイオード２が配設されていて、上記半導体レーザ１の後方出力をモニタしている。処理回路４には、入力端子３が接続してあって、ここには、情報に応じたレベルで変調された変調信号が入力される。上記処理回路４からの出力信号はアンプ５、高周波電圧源９、比較器

8へと出力される。上記アンプ5の出力はインダクタンス回路（図示せず）を介して半導体レーザ1に印加され、また、高周波電圧源9の出力はカップリングコンデンサ（図示せず）を介して上記半導体レーザ1に印加される。上記モニタ用フォトダイオード2の出力電流はローパスフィルタ6を介して、高周波成分を遮断した後、電流電圧変換器7を介して比較器8に供給され、処理回路4からの信号と比較される。その結果の出力信号は処理回路4に与えられ、また、アンプ5に与えられて、モニターフォトダイオード2、ローパスフィルタ7、比較器8、アンプ5などで構成されるフィードバック系によりレーザの出力を安定化、いわゆるオートパワーコントロールを達成させる。

このような構成では、与えられた変調信号から、処理回路4は、例えば、再生時には半導体レーザ1の平均出力を、再生用光パワーP$_r$にするための直流の信号電圧を比較器8、アンプ5、高周波電圧源9に与える。これによって、前述のオートパワーコントロールにより、所定の平均光出力を得ると共に、高周波電圧源9からの高周波電圧の振幅を再生用の小振幅とする。具体的には、高周波電圧源9の増幅部の定数をアナログスイッチなどを使い、処理回路4からの信号電圧によって切換える方式が取られればよい。その結果、従来の方式と回路、通常の低い励起レベルである再生用光パワーP$_r$で半導体レーザ1が安定して発光し、かつノイズが低減される。

次に、情報の記録など、半導体レーザ1の光出力が情報に応じて変調される場合につき、説明する。例えば2値情報（"1"および"0"）の記録の時には、端子3より矩形波状の信号が処理回路4に入力される。上記処理回路4では波形整形を行い、記録の高出力パワーP$_w$と、低出力パワーP$_b$（これは再生時の光パワーP$_r$に相当することが多い）とが"1"、"0"の情報に対応するように、半導体レーザ1の光出力を矩形波状に変調する。具体的には、処理回路4からの変調信号により、高周波電圧源9の出力が変調される。

このようすを示したのが第2図のグラフである。ここでは、半導体レーザ1に注入された電流波形と、それに対応する光出力波形が示されている。

一般に、半導体レーザの電流～出力特性は、しきい値を持つため、非線形となり、一定バイアス電流が低く、重畳する交流電流の振幅が大きくしきい値を切る場合、光出力波形12はパルス状になる。しかし、その情報による変調周波数帯域での時間平均の光出力13は、電流の振幅変調10に対応したものとなる。

この場合オートパワーコントロールの比較器8にはパワーP$_w$、P$_b$に対応した基準電圧が上記変調信号に対応して入力されていて、それぞれのパワーに安定化される。なお、記録時のオートパワーコントロールはこれ以外にも、当業者によって公知である方式が採用可能であるが、本発明ではそれらに依らず、実施可能である。したがって、更なる説明は省略する。

高出力P$_w$を確保するのに必要な電流振幅は大きなものとなるが、次に示すような半導体レーザの特性を利用することで、小さな電力でも実現可能となる。すなわち、第3図(a)および(b)に示されるように、半導体レーザの順方向の電流～電圧特性および電流～実効抵抗の関係が知られている。

半導体レーザは現在ダブルヘテロのP－n接合を用いたダイオード構造が一般的であり、その電流～電圧特性は、当業者にとって良く知られている"IEEE Journal of quantus electronics"の1976年のQE－12巻、10月号、633～639頁に示されるように、

$$I = \frac{V}{R_s} + I_s \exp\frac{(1-R/R_s)\cdot V - IR}{(\eta kT/q)} - 1 \quad \cdots (1)$$

で表わされる。

ここで、V、Iは各レーザの端子間電圧および電流、I$_s$は接合の飽和電流、ηは接合の特性パラメータ、kはボルツマン定数、Tは絶対温度、

qは単電荷、Rは等価直列抵抗、$R_{sh}$はシャント抵抗（活性層以外の、例えば電流ブロック層の抵抗で$10^{4}$～$10^{6}\Omega$と大きい）である。

しかして、（1）式は、

$$I \simeq I_{s} \exp \frac{q}{\eta kT}(V-IR) \sim I \quad \cdots (2)$$

と近似できる。このI－V特性を表わしたのが第3図(a)の曲線14である。また（2）式より傾きを求めると、

$$dV/dI = \frac{\eta kT}{q} \cdot \frac{1}{I+I_{s}} + R \quad \cdots (3)$$

となり、これは実効的な抵抗を表わし、第3図(b)の曲線19である。

以上のことから明らかなように、半導体レーザへの注入電流が小さい時には、抵抗が大きく（具体的には1mAで百数拾Ω、10mAで拾数Ω）、半導体レーザが発振している注入電流領域では抵抗が低く、ほとんど飽和している（2～4Ω程度）。したがって、第2図に示したように、同じバイアス値11でも、交流振幅10の山側では、抵抗が可成り小さいので、必要電力は小さくて済む。なお、第1図において高周波電圧源9による変調として示されているのは、この理由によるのである。正弦波の電圧15，16で駆動した場合、厳密には電流波形17，18は歪んだものとなり、谷側の振幅が小さく、山側の振幅が大きくなる。従って、実際には、第2図の波形とは多少異なるが、それらの点を考慮して、目的の平均出力$P_{w}$，$P_{s}$を得るための電圧波形を決定すればよい。

第4図に他の実施例の場合を示す。ここでは、情報による変調を、高周波電流の振幅20の変調と、バイアス21の変調との組合わせて行っている。これは、第一の実施例の回路構成おいて、処理回路4から、情報による変調に対応したバイアス値の変化を比較器8に送り、アンプ5を通して半導体レーザ1にバイアス電流を加えることで実現できる。

このような構成することにより、第3図で説明したように、高出力時の高バイアスにより半導体レーザの素子抵抗が更に下り、高出力時の高周波電流の振幅20を、大幅に低減することができる。従って、印加する高周波電圧振幅16を低減することが可能となり、高周波電力源9の消費電力、回路規模などを小さくでき、これにともなう不用電磁場の漏れによる障害（不用輻射雑音）の低減もはかれることになる。

このように高周波電流の振幅変調のみで情報による変調を行なうか、これにバイアス変調も組合わせるかは応用システムと、これに使用する半導体レーザの特性から決めるのが基本である。たとえば高出力が求められる場合には、後者が基本的に有利であるが、半導体レーザの外部微分量子効率（第2図の電流～光出力特性の傾き）が十分に高ければ、前者が適用可能となる。

次に、本発明の構成により、新規なオートパワーコントロールが可能になることについて説明する。第1図の構成において、ローパスフィルター6を通った信号は、情報の変調帯域以下に平均化されて（第2図の出力波形13，第4図の出力波形23）、高周波成分は失われているが、比較器8により、基準からの誤差が処理回路4に送られることになる。上記処理回路4では、半導体レーザ1の電流～光出力特性、変調特性の温度係数と、比較器8からの信号とを演算して、最適な指示を、比較器8、アンプ5、高周波電圧源9に送ることになる。再生時に平均出力が出力$P_{s}$から下った場合には、優先的に高周波電圧の振幅を上げ、それが決められた範囲（例えば、ピークの下限はレーザの逆方向定格、上限は$P_{s}$相当の電圧）になったなら、次にバイアスを上げる（振幅が上限の場合は、振幅を下げる）。

逆に、再生時の出力が上った時には、バイアスを下げ、次に振幅を下げる。このようにすることで、ノイズ低減に十分な変調度を確保できる。記録時の$P_{w}$，$R_{w}$に関しても、同様にしてオートパワーコントロールが可能である。また、第4図の場合のように、振幅とバイアスとを変調する場合、$P_{s}$と$P_{w}$の時の変化から、光量変動のうち、振幅による変動分とバイアスによる変動分の

内訳がわかるから、それらを独立して最適化できる効果が大きい。このようなオートパワーコントロールは、本発明の目的である低ノイズの達成のためには有用であり、従来のように、バイアス値のみでオートパワーコントロールを行う場合の低変調度にともなうノイズ低減効果の低下について解決することができる。

第５図には本発明の他の実施例が示されている。ここでは、半導体レーザ２４とモニタ用フォト.ダイオード部２５とがモノリシックに作られており、ｎ型電極３０は共通であるが、半導体レーザ２４のＰ型電極は３つの注入領域27.28.29に分割され、活性層２６からレーザ光が射出する。ここで、注入領域２７と２９とは高周波電圧専用、注入領域２８はバイアス専用である。従って、第１図において、高周波電圧源９、アンプ５はそれぞれ独立に、半導体レーザの注入領域に接続される。このような構成では、高周波電圧専用の領域２７，２９が小さいため、駆動する電圧が小さくて済み、消費電力が少なくなり、しかも、不要輻射雑音が小さくできる効果が得られる。更に注入領域２７，２９に加える高周波電圧を位相を反転させたものにすることにより、パルス発光が補い合い、実効的に連続発光に近くなる。したがって、高出力にも対応可能となる。

なお、上記実施例において、半導体レーザの出力を内蔵のフォト・ダイオード２でモニクしているが、レーザ両端面の反射率の非対称や、戻り光に基く前後出力の非対称がある場合、実際の前方出力の一部を検出するという方式も本発明において採用できる。

また、第５図の実施例では、半導体レーザとフォトダイオードとを集積化しているが、回路ブロックの一部または全部（第１図参照）を１つの半導体基板上にモノリシックに集積することも可能で、また、ハイブリッドに集積化することでも小型化を有利にする。更に、実施例では、１つの半導体レーザについて説明したが、アレイ・レーザのように多数のレーザ要素を集積化した場合のノイズ低減を実現してもよい。

なお、実施例では、高周波電圧として、正弦波を印加した場合につき、説明しているが、勿論、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば矩形波であってもよい。また、周波数、位相、振幅がノイズ低減効果を損なわない範囲で変調された高周波電圧であってもよい。

また、ここでは情報の記録、再生装置への応用について述べているが、もちろん、これに限定されるものではなく、消去や、光通信、光計測の分野においても使用可能なレーザ駆動方法として採用できる。

（発明の効果）

本発明は、以上詳述したようになり、半導体レーザに注入する高周波電流の振幅を、バイアス電流とは独立して制御しているので、半導体レーザの電流ー出力特性を考慮し、所望の光出力を得るために高周波電流の振幅あるいはこれと電流バイアスを変調することにより、複数の光出力レベルが得られ、これに対応した低ノイズが実現され、また、各レベルでの出力の安定化が同時に実現でき、安定で信頼性の高い半導体レーザ駆動方法が提供できる。

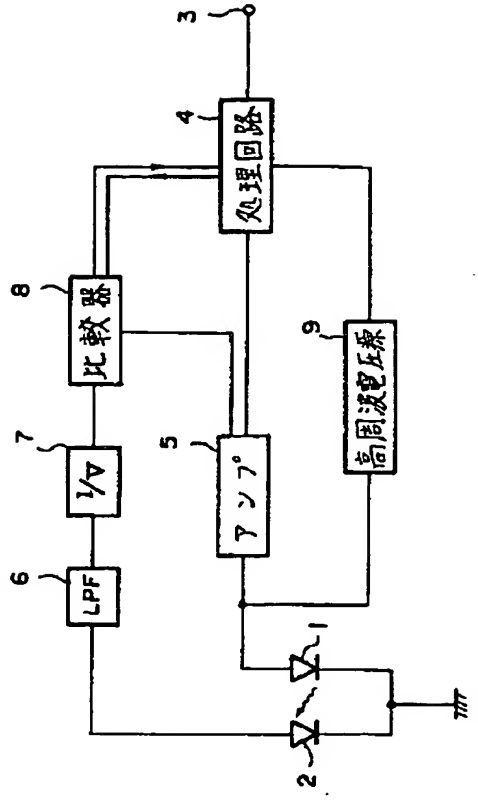
４．図面の簡単な説明

第１図は本発明の第一の実施例を示す回路ブロック図、第２図は半導体レーザの注入電流～光出力特性および変調波形を示す模式図、第３図(a)，(b)は半導体レーザの注入電流～印加電圧特性および変調波形を示す模式図、第４図は別の実施例の変調波形を示す模式図、第５図は別の実施例の半導体レーザの構成を示す模式図である。

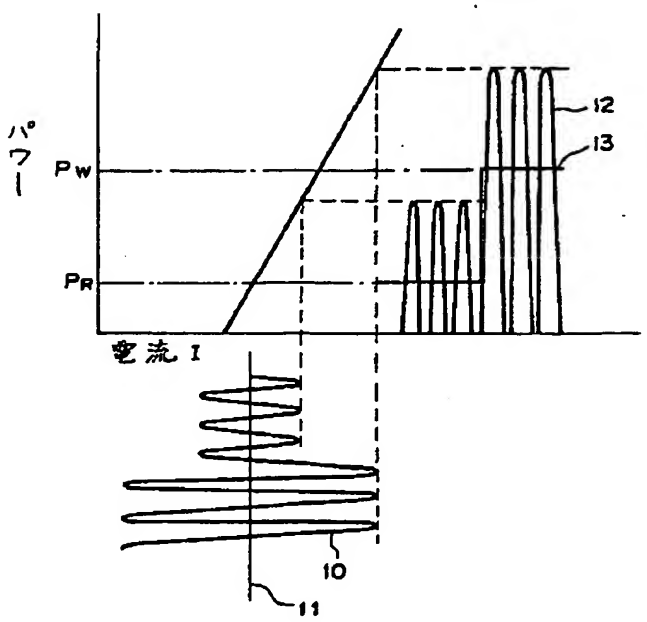
１ー半導体レーザ　　２ーフォトダイオード
４ー処理回路　　８ー比較器
９ー高周波電圧源　　10.20 ー高周波電流
12.22 ー光出力波形　　13.23 …平均光出力

代理人　弁理士　山下隆平

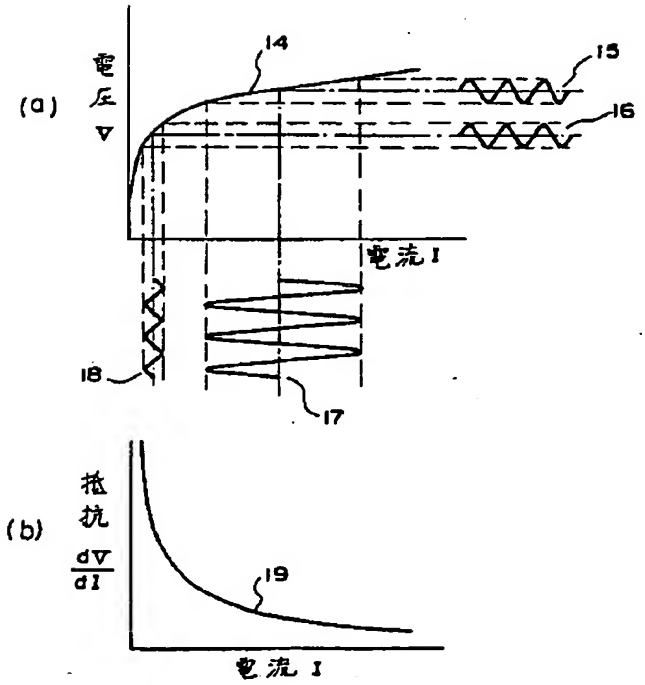
第 1 図



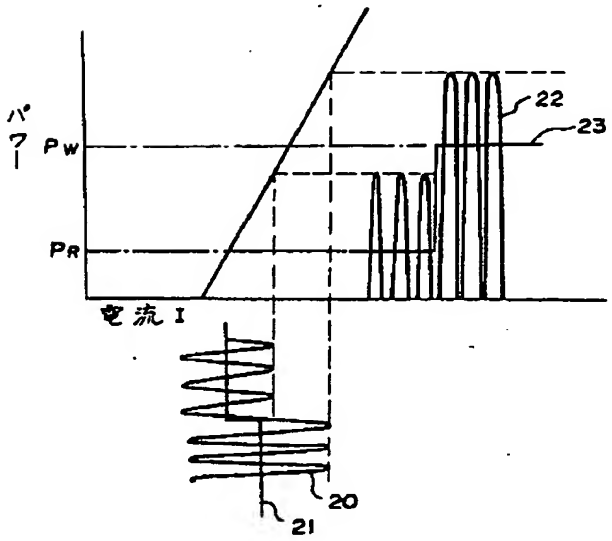
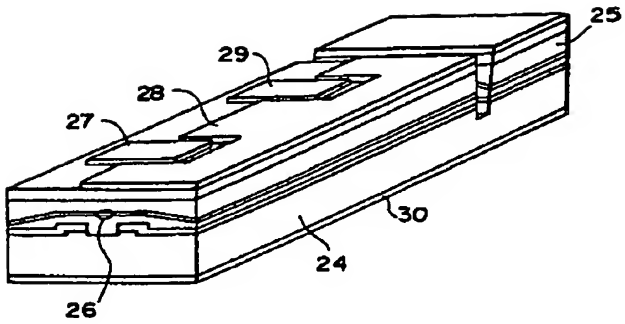

第 2 図




第 3 図




第 4 図



第 5 図